

DOI: 10.5846/stxb202204251150

李智慧,王凯,徐丽萍.中国环境规制对旅游业碳排放强度影响的空间异质性.生态学报,2023,43(5):2128-2140.

Li Z H, Wang K, Xu L P. Spatial heterogeneity of the environmental regulation's impacts on the carbon emission intensity of tourism in China. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(5): 2128-2140.

中国环境规制对旅游业碳排放强度影响的空间异质性

李智慧¹, 王 凯², 徐丽萍^{1,3,*}

1 石河子大学理学院, 石河子 832000

2 湖南师范大学旅游学院, 长沙 410081

3 绿洲城镇与山盆系统生态兵团重点实验室, 石河子 832000

摘要:环境规制作为实现旅游低碳发展的重要动力之一,也是实现旅游业“碳达峰、碳中和”目标的有效路径。基于综合指数法和“自下而上”法,测度 2005—2019 年中国大陆 30 个省份(中国港澳台及西藏统计数据尚缺)的环境规制水平和旅游业碳排放强度,并借助面板回归模型和面板门槛模型探讨了环境规制对旅游业碳排放强度的影响及其区域异质性。结果表明:①研究期内,中国整体旅游业碳排放强度呈下降趋势;其中,中部地区下降趋势最为明显,其次分别为西部、东部和东北地区。②中国环境规制水平呈增长态势,其规制效应对胡焕庸线右侧的地区更为显著,并呈现出自东向西递减的梯度分布特征。③中国环境规制对旅游业碳排放强度存在明显的“倒逼减排”效应,但东北地区却存在一定的“绿色悖论”现象;环境规制对旅游业碳排放强度的影响存在单一阈值,当旅游能源强度小于阈值时,存在显著的“倒逼减排”效应,当旅游能源强度超过阈值时则存在“绿色悖论”效应。④东部地区环境规制未通过门槛效应检验;中部地区存在单个门槛值,环境规制有效促进旅游业碳排放强度的下降,不存在“绿色悖论”现象;西部和东北地区分别存在单、双门槛效应,环境规制对旅游业碳排放强度先促进后抑制。

关键词:环境规制;旅游业碳排放强度;空间异质性;面板门槛回归

Spatial heterogeneity of the environmental regulation's impacts on the carbon emission intensity of tourism in China

LI Zhihui¹, WANG Kai², XU Liping^{1,3,*}

1 College of Science, Shihezi University, Shihezi 832000, China

2 Tourism College of Hunan Normal University, Changsha 410081, China

3 Xinjiang Production and Construction Corps Key Laboratory of Oasis Town and Mountain-basin System Ecology, Shihezi 832000, China

Abstract: Environmental regulation, as one of the important driving forces to achieve low-carbon development of tourism, is also an effective way to achieve the goal of “carbon peaking and carbon neutrality” of tourism. Based on the comprehensive index method and bottom-up method, this paper measured the environmental regulation level and tourism carbon emission intensity of 30 provinces in the Chinese mainland from 2005 to 2019, and discussed the impact of environmental regulation on tourism carbon emission intensity and its regional heterogeneity with the help of panel regression model and panel threshold model. The results show that: ①During the study period, the carbon emission intensity of China's overall tourism industry showed a downward trend; Among them, the central region has the most obvious downward trend, followed by the western, eastern and northeastern regions. ②The level of environmental regulation in China shows an increasing trend, and its regulation effect is more significant in the area on the right side of Hu Huanyong Line, showing a gradient distribution

基金项目:国家社会科学基金项目(21CGL008);兵团社会科学基金项目(20YB09);兵团自然科学基金项目(31760151);湖南省自然科学基金项目(2022JJ30392)

收稿日期:2022-04-25; **网络出版日期:**2022-10-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xlpalw@163.com

characteristic of decreasing from east to west. ③ The environmental regulation has obvious “forced emission reduction” effect on the carbon emission intensity of tourism, but there is a certain “green paradox” phenomenon in the Northeast China; There is a single threshold for the impact of environmental regulation on the carbon emission intensity of tourism. When the tourism energy intensity is less than the threshold, there is a significant “forced emission reduction” effect, while when the tourism energy intensity exceeds the threshold, there is a “green paradox” effect. ④ The environmental regulation in the eastern region failed to pass the threshold effect test; There is a single threshold value in the central region, and the environmental regulation effectively promotes the decline of carbon emission intensity of tourism, and there is no “green paradox” phenomenon; There are single and double threshold effects in western China and northeast China respectively, and the environmental regulation first promotes and then inhibits the carbon emission intensity of tourism.

Key Words: environmental regulation; carbon emission intensity of tourism; spatial heterogeneity; panel threshold regression

具有“朝阳产业”特征的旅游业在国民经济中的地位愈加重要,已成为服务型经济发展的重要增长点^[1]。近年来,旅游业在拉动经济增长、促进区域协调发展、推动城镇化和乡村振兴等方面释放出强大的综合带动效应和乘数效应。但旅游业作为“无烟产业”的论断已被多数研究否定^[2]。相关研究表明,旅游业的碳足迹占全球温室气体排放的8%,预计到2025年,旅游业碳排放量将增加至65亿t^[3],全球旅游业碳足迹将扩大40%以上^[4]。作为典型的联动产业,旅游业是助推中国产业转型升级和居民消费需求升级的战略性新兴产业,在节能减排和可持续发展领域有着巨大潜力,是实现中国“碳达峰”“碳中和”目标的重要产业部门之一。因此,旅游业碳减排既是实现旅游业自身可持续发展和高质量发展目标的内在要求,同时也是积极响应国家生态文明建设重大责任。但由于旅游业碳排放的负外部性和碳排放主体的非自觉性,减排承诺的能否顺利履行很大程度上依赖于环境规制;因此,环境规制成了推动实现“双碳”目标的重要工具,同时环境规制也是协调旅游经济发展与生态环境保护关系平衡的重要手段。此外,当前我国仍处于工业化、城镇化的加速期,旅游业正处于快速发展期或提速期,其旅游交通、旅游住宿和旅游活动等部门碳排放日益增加,相关碳排放短时期内很难出现碳排放总量下降的现象;另外国家也在《“十四五”规划》等文件中提出,“实施以碳强度控制为主、碳排放总量控制为辅的制度”。因此,厘清环境规制对旅游业碳排放强度的影响关系,科学评价中国旅游业碳排放问题并制定相关环境政策,对推动旅游业碳减排及实现“双碳”目标至关重要。

目前,国内外学者就环境规制与碳排放关系的研究主要集中在工业、制造业、建筑业、农业、电力等领域中^[5-8]。针对环境规制对碳排放的影响,有学者认为,环境规制对碳排放存在促进作用,即“绿色悖论”效应^[9-12],也有学者认为,环境规制对碳排放存在抑制作用,即“倒逼减排”效应^[13-14]。目前,国内外学者关于环境规制如何影响碳排放已经进行了系统地研究,但其与旅游业碳排放的影响研究仍比较匮乏。事实上,旅游业中的旅游环境保护、旅游资源保护、旅游环境承载力管理、旅游景观的开发与保护、旅游城市建设、旅游产业结构升级、旅游循环经济模式和旅游高质量发展等均离不开环境规制大范畴的科学引导和保障。从现有研究来看,部分学者从旅游业碳排放量这一指标探讨了两者的关系,马继等构建旅游经济、环境规制与入境旅游碳排放关系的固定效应回归模型,得出环境规制与入境旅游碳排放呈负相关关系^[15];杨亚萍等以城市化水平作为门槛变量,研究发现费用型环境规制对旅游业碳排放存在单个阈值,而投资型环境规制对旅游业碳排放存在双重门槛效应^[16]。部分学者在多因素框架下,探讨了环境规制与旅游业碳排放效率的关系。其中,岳立等利用Tobit托比特模型探究旅游业碳排放效率的影响因素,发现环境规制抑制高效率制约型省域旅游业碳排放效率^[17]。此外,少部分学者从碳失衡的角度探讨了环境规制的影响。如王峥用治污费用与旅游收入的比率来反映旅游环境规制,发现旅游环境规制能够对碳失衡状态起到一定的缓解作用^[18]。在研究视角上,学者们多集中于对全国、长江经济带等层面的研究。如Chen基于1999—2018年中国31个省份的面板数据,研究了中国环境规制对旅游碳排放的影响^[19];Tong以中国92个依赖旅游业的城镇为研究对象,探讨了旅游经济

是否可以通过加强环境监管来降低区域碳排放强度^[20];王兆峰等以环境规制为控制变量探讨了长江经济带新型城镇化对旅游业碳排放的影响^[21]。

综上,学界对环境规制与旅游业碳排放关系的研究尚处于起步阶段,相关研究成果仍较为薄弱。在研究内容方面,学者们多将环境规制作为影响旅游业碳排放的诸多因素之一进行探讨,鲜有学者在单一因素框架下,系统性地探讨环境规制对旅游业碳排放的动态非线性影响。在研究视角上,鲜有学者基于中国经济区域划分,对四大区域进行横向对比分析。此外,多数学者从单一旅游业碳排放量或旅游业碳排放绩效等维度来衡量区域旅游业碳排放水平有失偏颇,从旅游业碳排放强度评价角度衡量我国旅游业碳排放水平将更符合我国基本国情和相关政策。鉴于此,本文基于 2005—2019 年中国 30 个省(港澳台及西藏数据缺失)的面板数据,分析环境规制和旅游业碳排放强度的时空演化特征,并运用面板模型和面板门槛模型探究环境规制对旅游业碳排放强度影响的时空异质性,以期为推动中国旅游业形成资源集约型的发展以及为促进旅游业高质量发展提供科学依据。

1 研究设计

1.1 研究方法

1.1.1 旅游业碳排放强度测算

由于旅游业碳排放量还未有政府公布的统计标准,所以结合旅游业的自身特点,借鉴 Becken^[22]和王凯等^[23]通过先分解后加总的“自下而上”法,将旅游业划分为旅游交通、旅游住宿及旅游活动三部门来计算旅游业 CO₂排放量。投入指标计算如下:

$$TC^t = \sum_{j=1}^3 TC_j^t = TC_1^t + TC_2^t + TC_3^t \quad (1)$$

式中, TC^t 和 TC_j^t 分别表示年旅游业 CO₂ 总量和 t 年 j 部门的 CO₂ 排放量; TC_1^t 、 TC_2^t 、 TC_3^t 分别表示 t 年旅游交通、旅游住宿和旅游活动的 CO₂ 排放量。

$$TC_1^t = \sum_{i=1}^{30} TC_{i1}^t = \sum_{i=1}^{30} \sum_{x=1}^4 Q_{ix}^t \times f_x \times \alpha_x \quad (2)$$

式中, TC_{i1}^t 、 Q_{ix}^t 分别为 t 年 i 地区旅游交通 CO₂ 排放量和 x 类交通方式(公路、铁路、民航、水运)的客运周转量; f_x 为 x 类交通方式的客流量中旅游者的比例,参考已有研究成果并结合专家咨询意见确定公路、铁路、民航和水运的 f 值为 13.8%、31.6%、64.7% 和 10.6%。 α_x 为上述出行方式的 CO₂ 排放因子,为 133、27、137 和 106 gCO₂/pkm^[24]。

$$TC_2^t = \sum_{i=1}^{30} TC_{i2}^t = \sum_{i=1}^{30} N_i^t \times l_i^t \times \beta \quad (3)$$

式中, TC_{i2}^t 、 N_i^t 、 l_i^t 分别为 t 年 i 省旅游住宿 CO₂ 排放量、旅游饭店客房床位数和平均客房出租率; β 为每张床位每晚的 CO₂ 排放因子,取值为 2.458g^[25]。

$$TC_3^t = \sum_{i=1}^{30} TC_{i3}^t = \sum_{i=1}^{30} \sum_{s=1}^5 P_{is}^t \times \varphi_s \quad (4)$$

式中, TC_{i3}^t 、 P_{is}^t 、 φ_s 分别表示为 t 年 i 地区旅游活动 CO₂ 排放量、 t 年 s 类旅游活动的游客人数和 CO₂ 排放因子; s 代表观光旅游、休闲度假、商务出差、探亲访友和其他旅游活动,其 CO₂ 排放系数分别为 417、1670、786、591 和 172g/人^[25]。

旅游业 CO₂ 排放强度表示为单位旅游经济增长所产生的 CO₂ 排放量,其值越低则说明经济发展对能源的消耗越少,公式为^[26]:

$$TCI_i^t = TC_i^t / Y_i^t \quad (5)$$

式中, TCI_i^t 、 TC_i^t 、 Y_i^t 分别为 t 年 i 省区旅游业碳排放强度、旅游业碳排放量与旅游收入。

1.1.2 面板回归模型

为考察环境规制和旅游业碳排放强度之间的关系,构建环境规制对旅游业碳排放强度的面板回归模型,如下:

$$TCI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ER_{it} + \alpha_2 \ln TEL_{it} + \alpha_3 TIS_{it} + \alpha_4 TIA_{it} + \alpha_5 TEI_{it} + \alpha_6 TDL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

上述模型中, i 表示各个省区($i=1,2,\dots,30$), t 表示年份; α 为各模型中变量待估计的系数; TEI 表示旅游业碳排放强度, ER 为综合环境规制; $\ln TEL$ 表示旅游产业规模; TIS 表示旅游产业结构; TIA 表示旅游产业集聚; TEI 表示旅游能源强度; TDL 为技术创新。 ε_{it} 为随机误差项; $\ln$ 表示取自然对数。

1.1.3 面板门槛模型

作为主要的非线性模型,门槛模型是将构建的模型依据门槛值划分为两个及以上区间,按照选定好的观测值作为门槛变量,分析不同阶段的门槛变量对自变量的影响。参考 Hansen^[27]构建以综合环境规制作为核心解释变量的单一门槛模型,具体设定如下:

$$TCI_{it} = \alpha_0 + \alpha_{11} ER_{it} \times I(q \leq \tau_i) + \alpha_{12} ER_{it} \times I(q > \tau_i) + \alpha_2 \ln TEL_{it} + \alpha_3 TIS_{it} + \alpha_4 TIA_{it} + \alpha_5 TEI_{it} + \alpha_6 TDL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

以上模型中, α 表示各变量的待估系数, $I(\cdot)$ 为指示性函数, q 为门槛变量, τ_i 为待估计的门槛数值; α_{11} 和 α_{12} 分别代表当 $q \leq \tau_i$ 与 $q > \tau_i$ 时,能源强度对旅游业碳排放强度的影响系数。多重门槛模型与单一门槛模型的构造方式相似,故不再赘述。

1.2 变量选取

(1)被解释变量:旅游业碳排放强度(TCI)。旅游业碳排放强度是指单位旅游收入的碳排放量,是衡量一个国家或地区旅游业可持续发展及评价能源结构调整和环境保护的重要指标,其碳排放强度值越大,则表明旅游业碳排放量越大,碳减排压力也就越大;其强度值越小,则表明旅游业碳排放量越小,碳减排压力也就越小。

(2)解释变量:环境规制(ER)。分别从命令控制型环境规制、市场激励型环境规制、公众参与型环境规制三种类型环境规制共同作用下的综合环境规制探究其对旅游业碳排放强度的影响。其中,命令控制型以各地废水排放达标率、二氧化硫去除率、烟粉尘去除率、固体废物综合利用率、生活垃圾无害化处理率等衡量^[28-29];市场激励型以排污费征收总额、资源税、消费税和车船使用税等来衡量^[30];公众参与型以环境信访来信总数、环境信访来访总数等来衡量^[31-32]。

(3)门槛变量:旅游能源强度(TEI)。旅游能源强度是指单位旅游收入所需的能源消耗量,也称为能源使用效率。在某种情况下,旅游能源消耗量又直接关系到旅游业碳排放量。因此,参考王雅楠等^[33]的研究成果,将旅游业能源强度作为门槛变量。在整个旅游业能源消耗中,旅游交通、住宿、活动等部分均会消耗能源,旅游能耗量测度和上述旅游业碳排放量测度相同,其中,铁路、公路、水运和民航的能耗因子分别是1.0、1.8、0.9和2.0MJ人⁻¹km⁻¹,每张床位每晚的能源消耗因子为155MJ床⁻¹晚⁻¹,观光旅游、休闲度假、商务出差、探亲访友及其他旅游活动的能源消耗系数分别为8.5、26.5、16、12和3.5MJ/人^[25]。

(4)控制变量:旅游产业规模($\ln TEL$)。由于旅游业和其他产业交叉重叠,采用产业内涵盖的部门来测度产业规模的方法缺乏可操作性,因此学界对旅游产业规模的定义和评价是以该行业的经济产量来衡量的。本文选用旅游收入衡量旅游产业规模^[28,34]。旅游产业结构(TIS)。产业结构升级将是减少旅游业碳排放的重要抓手,也是改善生态环境质量最有效的方式。同时,旅游产业结构优化升级也是旅游经济平稳健康增长和可持续发展的前提之一,选取第三产业占比作为衡量旅游业产业结构的指标^[28,34]。旅游产业集聚(TIA)。旅游产业集聚是指以旅游地为核心,围绕旅游要素在目的地范围内聚合的企业单位的旅游经济聚集现象。本文旅游产业集聚采用区位熵来测量^[26]。技术创新(TDL)。旅游技术创新将资本、科技、知识等生产要素融入到旅游新产品、新工艺和新服务中,改变旅游产业传统的粗放型发展模式,促进旅游向集约化转型升级,采用学界较为常见的R&D(研究与开发)经费支出占国内生产总值(GDP)的比重来表示技术创新^[35]。具体变量

如表 1 所示。

表 1 变量说明
Table 1 Variable descriptions

变量名称 Variable name		符号 Symbol	计算过程 Calculation process
被解释变量 Explained variable	旅游业碳排放强度	TCI	旅游总收入/旅游业碳排放量
解释变量 Explanatory variable	命令控制型环境规制	ER1	废水排放达标率、二氧化硫去除率、烟粉尘去除率、固体废物综合利用率、生活垃圾无害化处理率等
	市场激励型环境规制	ER2	排污费征收总额、资源税、消费税和车船使用税
	公众参与型环境规制	ER3	环境信访来信总数、环境信访来访总数
	综合环境规制	ER	依据综合指数法计算
控制变量 Control variable	旅游产业规模	lnTEL	旅游总收入
	旅游产业结构	TIS	第三产业占比
	旅游产业集聚	TIA	旅游产业区位熵
	技术创新	TDL	R&D(研究与开发)经费支出占国内生产总值(GDP)比重
	旅游能源强度	TEI	旅游能源消耗与旅游产出的比重

1.3 数据来源

本文以 2005—2019 年为研究时序,以中国 30 个省区为研究样本。数据来源于《中国文化和旅游统计年鉴》《中国文化和旅游统计公报》《第三产业统计年鉴》《中国经济年鉴》《中国统计年鉴》《中国交通统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国国内旅游抽样调查资料》《中国科技统计年鉴》及国家统计局等网站。其中,旅游产业规模利用平减指数转为以 2005 年为基期的不变价进行转化,以及部分缺失数据采用平滑指数补齐。

2 实证结果与分析

2.1 旅游业碳排放强度和环境规制的区域差异性分析

2.1.1 旅游业碳排放强度的区域差异性

2005—2019 年间,中国旅游业碳排放强度呈下降趋势(图 1)。2005 年中国旅游业碳排放强度为 0.6094,2019 年旅游业碳排放强度为 0.4234,整体下降了 30.53%,这显示随着旅游低碳技术的改进和能源结构的优化,我国旅游业节能减排成效逐渐显现,低碳发展水平不断提升。值得注意的是,2012 年中国旅游业碳排放强度骤然下降,究其原因可能是由于我国能源生产方式、能源消费结构和利用方式发生重大变革,带来了能源消费总量减少,同时基本形成了多轮驱动的能源稳定供应体系。此外,旅游业也在环保政策的规制下,推动节能、降耗、绿色等发展,取得了一定成效,行业能源的绿色发展对降低旅游业碳排放强度具有重要作用。从区域来

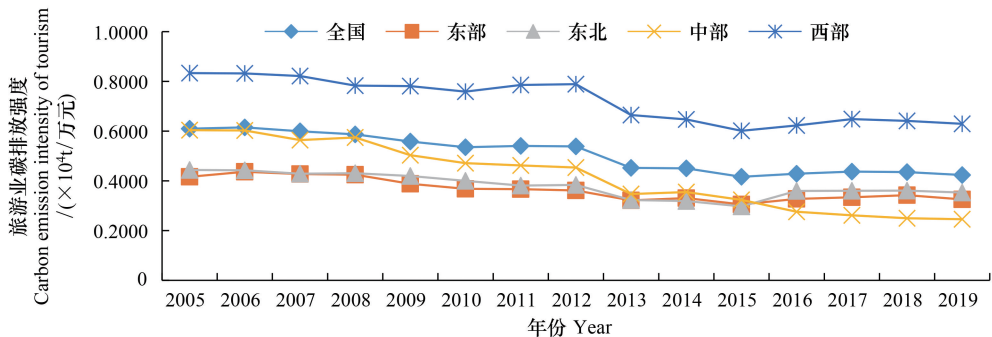


图 1 分区域旅游业碳排放强度变化趋势

Fig.1 Trends in carbon emission intensity of tourism in subregions

看,东部、中部、西部和东北地区旅游业碳排放强度均呈下降的态势,分别下降了 21.95%、59.36%、24.48% 和 20.52%,中部地区下降趋势最为明显,其次为西部和东部地区,最后为东北地区。其中,值得注意的是东北地区 2015 年旅游业碳排放强度呈明显的上升趋势,究其原因是因为东北地区于 2015 年开始高度整合旅游资源,推出“东北 4+1 城市区域旅游联合体”,打造“冰雪运动游”和“消夏休闲游”等产品,形成了“一线穿南北”的东北旅游链,旅游城市化进程的加快不可避免地给带来碳排放量的增多,从而引致其旅游业碳排放强度提升。

2.1.2 环境规制的区域差异性

基于综合指数法测算了综合环境规制进而分析其区域演变特征,选取 2005 年、2010 年、2015 年和 2019 年为代表年份,借助 Arc GIS 软件,根据自然断点法绘制中国环境规制水平空间分布图(图 2)。2005 年环境规制的均值为 0.159,大于均值的省区有 15 个,占总样本的 50%,其中江苏、云南、浙江、天津等省区环境规制水平较高;2010 年环境规制的均值为 0.362,大于均值的省区有 11 个省区,占总样本的 36.67%,其中上海、广东、山东等省区环境规制水平跃居全国前列;2015 年环境规制的均值为 0.502,大于均值的省区个数与 2010 年相比未发生变化,上海、广东也仍处于全国前列水平;2019 年环境规制的均值为 0.560,大于均值的省区有 12 个,占总样本的 40%,其中广东跃居全国第一、江苏位居全国第二、上海为第三。从时间上看,环境规制水平平均值在研究期间内有较大的提升,说明国家对环境保护越来越重视,环保政策在不断完善,环境监管力度和环境治理能力在不断提高,环境规制水平也得到实质性提升。从空间上看,环境规制水平较高的省区集中分布在胡焕庸线的右侧,说明环境规制在胡焕庸线右侧的地区中较为显著;环境规制水平较低的省区空间格局

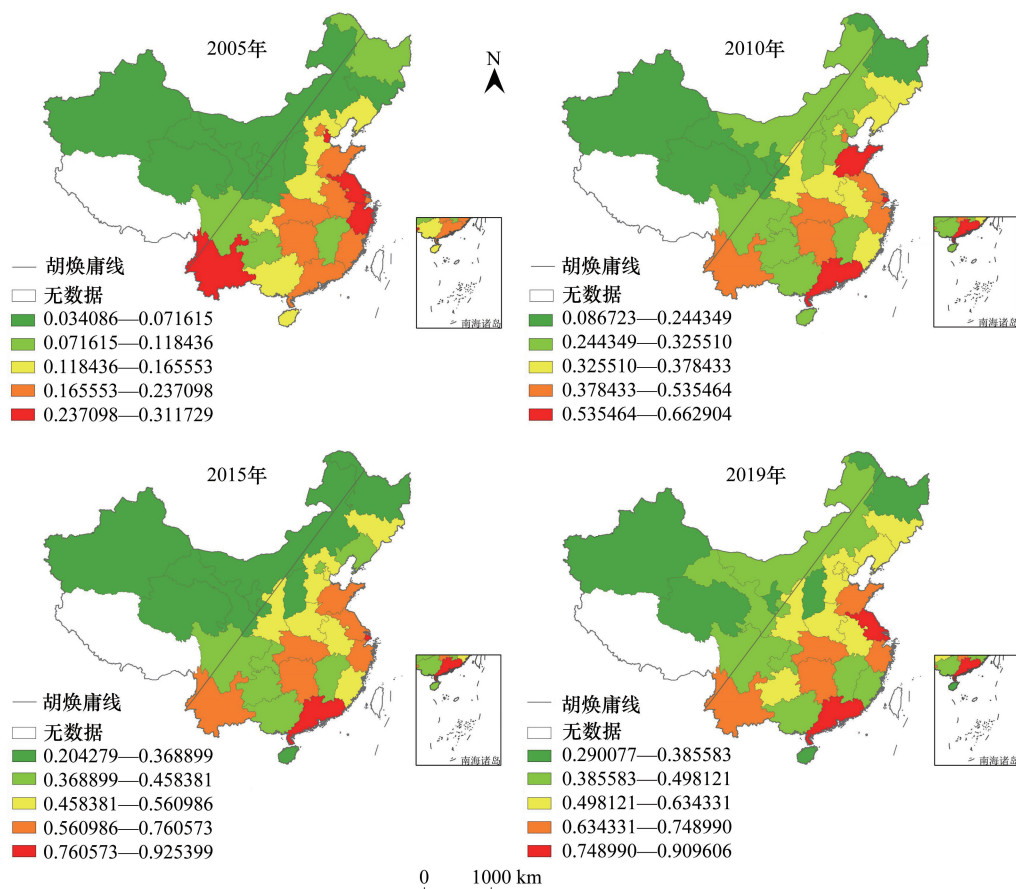


图 2 环境规制空间演变特征

Fig.2 Spatial evolution characteristics of environmental regulation

图中数据为环境规制水平

相对稳定,大多数省区始终分布在胡焕庸线的左侧,表明环境规制在胡焕庸线左侧地区中还有待加强,需要加大环境保护和治理力度。此外,在空间上,环境规制呈现出明显的从东至西递减的“阶梯式”分布格局,这与程钰等^[36]的研究结论相似,可能是由于经济发达地区的环境质量的物质基础更为雄厚,政府治理水平更佳,政府通过低碳零碳技术的研发、推广和应用有效减少了碳排放强度,而且社会公众整体环保意识较高,普通居民能够参与环境污染治理的监督中,舆论的引导和监督的强化使得政府的相关环保政策执行更加到位。

2.2 环境规制对旅游业碳排放强度影响的面板分析

2.2.1 变量的平稳性检验

序列的不平稳可能导致面板数据存在伪回归现象,为了防止伪回归结果的产生,将文中所有变量进行平稳性检验。本文选取了单位根检验中 LLC、IPS、HT 三种检验方法来检验所有变量,若三种方法均通过了单位根检验,则证明序列是平稳的,可以进行面板回归和门槛回归。检验结果如表 2 所示,结果显示部分原始数据的检验结果不能拒绝存在单位根的原假设,是非平稳的。所以取一阶差分后,再次对数据进行单位根检验,结果显示均在 5%的显著性水平上拒绝原假设,因此,一阶差分的数据是平稳的。

表 2 单位根检验
Table 2 Unit root test

单位根检验 Unit root test	解释变量 Explanatory variable	LLC		IPS		HT	
		Statistic	P	Statistic	P	Statistic	P
水平 Level	TCI	-4.3910 ***	0.0000	1.1106	0.8666	0.8354	0.7427
	ER	-4.5352 ***	0.0000	-2.3105 **	0.0104	0.6864 **	0.0002
	lnTEL	3.0191	0.9987	8.89880	1.0000	0.9895	1.0000
	TIS	-3.3173 **	0.0005	0.4865	0.6867	0.7866	0.2303
	TIA	-0.8637	0.1939	5.6236	1.0000	0.9283	0.9995
	TEI	-3.9520 ***	0.0000	0.5998	0.7257	0.8506	0.8607
	TDL	-0.8881	0.1873	2.7199	0.9967	0.6197 ***	0.0000
一阶 First-order difference	TCI	-7.8182 ***	0.0000	-9.0628 ***	0.0000	-0.1498 ***	0.0000
	ER	-12.5323 ***	0.0000	-10.8338 ***	0.0000	-0.2110 ***	0.0000
	lnTEL	-7.9184 ***	0.0000	-5.6035 ***	0.0000	0.1969 ***	0.0000
	TIS	-3.3832 **	0.0004	-5.1768 ***	0.0000	0.1711 ***	0.0000
	TIA	-5.1279 ***	0.0000	-7.3301 ***	0.0000	0.0653 ***	0.0000
	TEI	-8.4026 ***	0.0000	-9.4059 ***	0.0000	-0.2103 ***	0.0000
	TDL	-2.7024 ***	0.0000	-8.9311 ***	0.0000	-0.2918 ***	0.0000

* * *、* *、* 分别代表 1%、5%、10%的显著性水平

2.2.2 协整性检验

由上文的单位根检验可知,模型的变量序列为一阶单整,因此需要对面板序列进行协整检验,以判断各个变量是否具有协整关系。由于面板数据的时间较短,所以采用 Kao(考)检验对面板序列数据进行检验。如表 3 所示,不同变量模型的协整性检验结果均在 1%的显著性水平下拒绝原假设,表明变量间存在长期均衡关系,可以进行进一步的分析。

2.2.3 面板回归模型的选择

在对面板数据进行回归分析之前,需要对面板回归模型进行检验,以选择出合适的面板回归模型。本文借助 Stata16.0 软件,首先通过 F 检验来判断应该使用混合回归还是固定效应模型,若 P 值小于 0.05,拒绝原假设,选择固定效应模型,若 P 值大于 0.05,接受原假设,则选择混合回归模型。其次,采用豪斯曼(Hausman)检验来确定应该使用随机效应模型和固定效应模型,若 P 值小于 0.05,拒绝原假设,选择随机效应模型,若 P 值均大于 0.05,接受原假设,则选择固定效应模型。表 4 是环境规制对旅游业碳排放强度影响的面板回归模型检验结果,可以发现仅中部地区和东北地区豪斯曼检验 P 值小于 0.05,且在 5%水平下显著,故拒绝原假

设,选择固定效应模型;其余地区环境规制豪斯曼检验 P 值大于 0.05,接受原假设,均选择了随机效应回归模型。

表 3 协整性检验
Table 3 Cointegration test

统计量名称 Statistics name	统计值 Statistic	P	1%的置信水平下是否拒绝原假设 Whether to reject the original hypothesis under the confidence level of 1%
修正迪基-福勒检验 Modified Dickey-Fuller t	-5.8351	0.0000	是
迪基-福勒检验 Dickey-Fuller t	-5.7954	0.0000	是
增广迪基-福勒检验 Augmented Dickey-Fuller t	-4.1556	0.0000	是
未调整的修正迪基-福勒检验 Unadjusted modified Dickey-Fuller t	-6.5443	0.0000	是
未调整的迪基-福勒检验 Unadjusted Dickey-Fuller t	-6.0303	0.0000	是

表 4 面板回归模型选择检验结果
Table 4 Panel Regression Model Selection Test Results

		全国 Nationwide	东部 East	中部 Middle	西部 West	东北 Northeast
综合环境规制 F 检验		87.07	53.69	26.09	73.97	35.90
ER	统计量 (P 值)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	hausman 检验	9.80	3.09	51.94	4.36	25.31
	统计值 (P 值)	0.1999	0.8770	0.0000	0.7376	0.0000
	判断结果	随机效应	随机效应	固定效应	随机效应	固定效应

2.2.4 面板回归模型结果分析

如表 5 所示,环境规制对旅游业碳排放强度的影响系数为-0.544,且在 1%置信水平下显著,这表明环境规制每提升 1%,旅游业碳排放强度下降 0.544%,环境规制对旅游业碳排放存在明显的“倒逼减排”效应。更进一步,环境规制的一次方项系数为负,二次方项系数为正,并在 1%的置信水平下显著,表明环境规制与旅游业碳排放强度呈显著的非线性关系,主要原因是:一方面,环境规制本身是一个包含多种环境保护手段的“工具箱”,易受到经济社会发展的影响,如,在旅游经济发展水平较低的阶段,严格的环境规制政策会增加旅游企业及其它旅游部门的生态成本,“成本效应”在一定程度上导致环境规制的效应不能发挥到最佳,在旅游经济发展水平较高的阶段,严格且合理的环境规制能够促进旅游低碳技术创新和产业结构内部升级,降低旅游业碳排放。另一方面,生态环境具有整体性和联系性的特点,所以地区环境规制较强时易出现辐射效应和涓滴效应,但与此同时也存在行政权力地区分割使得生态环境整体性与跨区域性的矛盾十分凸出,导致部分地方政府环境规制强度变弱,甚至环境规制失灵。分区域来看,环境规制对旅游业碳排放强度的影响不尽相同。其中,东部和西部地区环境规制变量的系数具有统计显著性,即存在明显的“倒逼减排”效应。中部地区虽存在“倒逼减排”效应,但并不显著,中部地区对旅游生态环境治理的力度相对东部地区较小,同时旅游生态本底相对西部地区较差,因而其环境规制强度尚未对旅游业碳排放强度产生明显的抑制效应。从回归系数的大小来看,东部地区环境规制对旅游业碳排放强度的影响在 5%的置信水平下显著,系数为-0.424,说明环境规制每提升 5%,旅游业碳排放强度下降 0.424%;西部地区环境规制对旅游业碳排放强度的影响在 1%的置信水平下显著,系数为-0.573,说明环境规制每提升 1%,旅游业碳排放强度下降 0.573%,说明西部地区环境规制对旅游业碳排放强度的影响更大,东部地区次之。东北地区和其他地区相比,环境规制反而呈现出正向的促进作用,存在“绿色悖论”现象。

在其他控制变量中,全国来看,旅游产业规模 (lnTEL)、旅游产业结构 (TIS) 和技术创新 (TDL) 有利于旅

旅游业碳排放的下降。其中,旅游产业规模和旅游产业结构均在 1%的置信水平下显著。旅游产业规模每上升 1%,旅游业碳排放强度下降 0.029%;旅游产业结构每上升 1%,旅游业碳排放强度下降 0.010%;技术创新在 10%的置信水平下显著;而旅游产业集聚(TIA)和旅游能源强度(TEI)不利于降低旅游业碳排放强度。分区域来看,东部地区旅游产业规模和产业结构有利于旅游业碳排放强度的下降,其中旅游产业规模在 1%的置信水平下显著,产业结构并不显著,其他控制变量则呈正向的促进作用;中部地区旅游产业结构、产业集聚和技术创新均有利于旅游业碳排放强度的降低,其中旅游产业结构和产业集聚在 5%的置信水平下显著,技术创新未通过显著性检验;西部地区旅游产业规模和产业结构分别在 1%和 10%的置信水平下显著,有利于旅游业碳排放强度的降低;东北地区旅游产业规模、旅游产业结构和旅游产业集聚有利于旅游业碳排放强度的降低,其中旅游产业规模在 10%的置信水平下显著,旅游产业结构和产业集聚未通过显著性检验。

表 5 环境规制对旅游业碳排放强度影响的实证结果

Table 5 Empirical results on the impact of environmental regulations on the carbon emission intensity of tourism

VARIABLES	全国 Nationwide	东部 East	中部 Middle	西部 West	东北 Northeast
综合环境规制	-0.544 ***	-0.424 **	-0.566	-0.573 ***	0.002
ER	(0.098)	(0.260)	(0.378)	(0.146)	(0.237)
综合环境规制平方	0.856 ***	0.552 *	0.629	1.103 ***	0.158
ER_sq	(0.139)	(0.326)	(0.564)	(0.218)	(0.334)
旅游产业规模	-0.029 ***	-0.027 ***	0.005	-0.051 ***	-0.024 *
lnTEL	(0.004)	(0.006)	(0.014)	(0.009)	(0.013)
旅游产业结构	-0.010 ***	-0.005	-0.016 **	-0.010 *	-0.006
TIS	(0.003)	(0.005)	(0.008)	(0.006)	(0.007)
旅游产业集聚	0.009	0.018 ***	-0.046 **	0.034 **	-0.002
TIA	(0.006)	(0.006)	(0.021)	(0.015)	(0.022)
旅游能源强度	0.642 ***	0.694 ***	0.638 ***	0.630 ***	0.607 ***
TEI	(0.007)	(0.014)	(0.030)	(0.010)	(0.042)
技术创新	-0.008 *	0.006	-0.020	0.008	0.002
TDL	(0.005)	(0.005)	(0.022)	(0.015)	(0.017)
常数项	0.323 ***	0.264 ***	0.182	0.393 ***	0.163 *
Constant	(0.027)	(0.072)	(0.135)	(0.050)	(0.085)
观测值 Observations	450	150	90	165	45
R ²	0.970	0.953	0.978	0.977	0.943
样本数 Number of come	30	10	6	11	3

2.3 环境规制对旅游业碳排放强度影响的门槛效应

利用 Stata16.0 软件,借鉴王雅楠等^[33]的研究思路,将旅游业能源强度作为门槛变量带入公式(4),对门槛个数及门槛值进行估计和检验,各门槛变量均采用“自抽样”法反复 300 次估计,由表 6 中门槛效应的自抽样检验结果可以看出,在全国层面上,在以环境规制作为旅游业能源强度依赖变量时,其单门槛效应应在 5%的置信水平下显著, F 值为 70.20,而双门槛不显著,这表明存在单一门槛。从区域层面来看,东部地区两个门槛均未通过显著性检验,表明不存在门槛效应;中部地区和西部地区单门槛效应均在 5%的置信水平下显著, F 值分别为 34.02 和 69.58,而双门槛效应不显著,表明存在单门槛效应。东北地区以环境规制作为旅游业能源强度的依赖变量时,单门槛在 1%的置信水平下显著, F 值为 47.23,双门槛在 1%的置信水平下显著, F 值为 22.57,三门槛效应不显著,表明存在双门槛效应。

对于全国层面来讲,如表 7 所示,当 $TEI \leq 1.5876$ 时,环境规制与旅游业碳排放强度在 5%的显著水平上呈负相关,系数为 -0.497,说明当旅游能源强度较低时,环境规制促进旅游业碳排放强度下降。当 $TEI > 1.5876$

时,环境规制与旅游业碳排放强度呈正相关,系数为 0.145,但并不显著。整体来看,环境规制对旅游业碳排放存在显著的“倒逼减排”效应,有利于旅游业碳排放强度的降低,但随着旅游能源强度的提高,环境规制对旅游业碳排放强度的影响也越来越弱。可能是因为合理的环境规制将激发旅游企业的能动性和创造性,科学完善旅游企业碳排放和能源管理系统,并在旅游要素组合上重点向循环经济倾斜。然而,在旅游行业发展中,由于环境规制工具强度或方式的不合理都可能导致旅游行业中部分地区陷入“绿色悖论”的陷阱,所以环境规制对旅游业碳排放强度的影响在这种行业内部的变化和外部的规制下,其影响程度越来越弱。

表 6 门槛变量检验与门槛值估计

Table 6 Threshold variables test and threshold value estimation

模型 Model	门槛种类 Threshold type	门槛估计值 Threshold estimate	95%置信区间 95% confidence interval	<i>F</i>	<i>P</i>	临界值 Critical value		
						10%	5%	1%
全国 Nationwide	单一门槛	1.5876	2.0639, 2.3423	70.20 **	0.0200	46.6429	56.9023	79.3393
	双重门槛	1.0813	1.0578, 1.1341	43.99	0.2333	106.3784	148.7898	197.9483
东部 East	单一门槛	0.6446	0.6241, 0.6580					
	双重门槛	0.2585	0.2071, 0.2714	17.27	0.1900	21.6195	25.9013	35.4587
中部 Middle	单一门槛	0.2585	0.2097, 0.2714	7.37	0.6000	18.5144	23.3251	35.9388
	双重门槛	0.6553	0.6532, 0.7775					
西部 West	单一门槛	0.9850	0.9595, 1.0049	34.02 **	0.0067	16.0477	20.0460	28.7113
	双重门槛	0.9850	0.9595, 1.0049	12.75	0.1367	13.7360	15.8377	19.1066
东北 Northeast	单一门槛	0.6417	0.5881, 0.6466					
	双重门槛	2.1894	2.1122, 2.1991	69.58 **	0.0200	47.4598	55.0047	75.9729
	单一门槛	2.1991	2.1219, 2.2.88	52.45	0.2067	126.9392	159.6983	199.6234
	双重门槛	1.2087	1.0950, 1.2563					
	单一门槛	0.5693	0.5569, 0.6822	47.23 ***	0.0000	14.7816	18.4256	22.3517
	双重门槛	0.5693	0.5569, 0.6822	22.57 ***	0.0000	10.5214	14.9612	14.9612
	单一门槛	0.8576	0.8501, 0.8780	11.72	0.8533	41.8872	50.5280	57.8798
	双重门槛	0.8068	0.7735, 0.8221					

表 7 环境规制对旅游业碳排放强度门槛回归

Table 7 Environmental regulations return to the threshold for carbon emission intensity in tourism

全国 Nationwide		中部 Middle	
解释变量 Explanatory variable	参数估计值	解释变量 Explanatory variable	参数估计值
ER(TEI≤1.5876)	-0.497 **	ER(TEI>0.9850)	-0.919 **
ER(TEI>1.5876)	0.145	ER(TEI≤0.9850)	-0.648
lnTEL	-0.040 *	lnTEL	0.020
TIS	-0.029	TIS	-0.037 **
TIA	-0.105 **	TIA	-0.123 **
TDL	0.001	TDL	-0.079 ***
Constant	1.215 ***	Constant	1.010 ***
<i>R</i> ²	0.505	<i>R</i> ²	0.886
西部 West		东北 Northeast	
解释变量 Explanatory variable	参数估计值	解释变量 Explanatory variable	参数估计值
ER(TEI≤2.1894)	-0.490 **	ER(TEI≤0.5693)	-0.175
ER(TEI>2.1894)	0.395	ER(TEI>0.8576)	0.295
		ER(0.5693<TEI≤0.8576)	0.156
lnTEL	-0.046	lnTEL	-0.041
TIS	-0.011	TIS	-0.010 **
TIA	-0.067	TIA	-0.065
TDL	0.082	TDL	0.011
Constant	1.206 ***	Constant	0.748 **
<i>R</i> ²	0.553	<i>R</i> ²	0.910

对中部地区而言,当 $TEI \leq 0.9850$ 时,环境规制与旅游业碳排放强度在 5% 的置信水平上呈负相关,系数为 -0.919 ,说明当旅游能源强度较低时,环境规制有效促进旅游业碳排放强度下降。当 $TEI > 0.9850$ 时,环境规制与旅游业碳排放强度系数为 -0.648 ,未通过显著性检验。说明当旅游能源强度较高时,环境规制不利于旅游业碳排放强度的降低。随着能源强度的进一步增加,环境规制仍会带来旅游业碳排放的增加,但这种影响程度越来越小,当能耗太大时,能源消费结构以化石燃料能源为主,旅游部门等采用清洁生产方式来发展旅游业的清洁能源成本较高,为了实现生产成本最小化,旅游企业仍然使用高能耗的能源,因而环境规制对碳排放的影响十分有限。

就西部地区而言,当 $TEI \leq 2.1894$ 时,环境规制的弹性系数为 -0.490 ,并在 5% 的置信水平上显著,当 $TEI > 2.1894$ 时,环境规制与旅游业碳排放强度系数呈正相关,但未通过显著性检验,系数为 0.395 。由此可知,西部地区的环境规制对碳减排先促进后抑制。主要是因为西部地区旅游财政盈余水平不一,部分地区为追求旅游财政收入最大化而放松环境监管,使地方财政激励越弱,导致环境规制对旅游业碳排放强度的影响超过其阈值后转化为“绿色悖论”效应。

就东北地区而言,当 $TEI \leq 0.5693$ 时,环境规制的弹性系数为 -0.175 ,说明在此阶段,环境规制才能发挥其“倒逼减排”效应,当 $0.5693 < TEI \leq 0.8576$ 时,环境规制的弹性系数为 0.156 ,说明存在“绿色悖论”效应;当 $TEI > 0.8576$ 时,环境规制的系数为 0.295 ,环境规制的“绿色悖论”效应将更加明显。东北地区应在环境规制的背景下,调整旅游能源结构,降低能源强度,避免“绿色悖论”效应的发生。东北地区环境规制的实施通常位于碳排放发生之后,当碳排放出现增长,环保部门会增大减排的经济投入来抑制碳排放的增长,而当碳排放降低之后,冗余的经济投入会被削减,这种“增-长-降-减”的治理模式导致环境规制对碳排放的回归结果为正。

3 结论与讨论

3.1 主要结论

在“碳达峰、碳中和”的时代背景下,本文基于 2005—2019 年中国省际面板数据,利用综合指数法、自下而上法分别测算环境规制和旅游业碳排放强度并分析二者区域差异特征,构建面板回归模型和面板门槛模型等分析了环境规制对旅游业碳排放强度的空间异质性影响。主要结论如下:

(1) 研究期内,我国整体旅游业碳排放强度呈下降趋势,降幅高达 30.53%。从区域层面来看,东部、中部、西部和东北地区旅游业碳排放强度均成下降的趋势,下降幅度大致呈现“中部>西部>东部>东北”的空间分布特征。我国环境规制均值在研究期内呈增长态势,环境保护在向好发展;在空间分布上,环境规制在胡焕庸线右侧的地区中较为显著,并呈现出明显的从东至西递减的“阶梯式”分布格局。

(2) 环境规制对旅游业碳排放存在明显的“倒逼减排”效应,不同区域环境规制对旅游业碳排放的影响也并不相同。其中,东部、西部和中部地区环境规制对旅游业碳排放均存在“倒逼减排”效应,东部和西部地区“倒逼减排”效应较为明显,但中部地区的“倒逼减排”效应并不显著;东北地区环境规制与其他区域截然相反,呈现出正向的促进作用,证实了存在一定的“绿色悖论”现象。

(3) 以旅游业能源强度为门槛变量,结果显示存在环境规制对旅游业碳排放强度的非线性影响存在门槛效应,而东部地区环境规制未通过门槛效应检验。其中,全国整体层面,环境规制存在单门槛效应,门槛参数为 1.5876 ,当旅游能源强度小于门槛参数时存在显著的“倒逼减排”效应,当旅游能源强度超过门槛值时则存在“绿色悖论”效应;中部地区环境规制为单一门槛,存在“倒逼减排”效应,当旅游能源强度较低时,环境规制有效促进旅游业碳排放强度下降。西部地区环境规制存在单一门槛,环境规制对旅游业碳排放强度先促进后抑制,超过门槛值后由“倒逼减排”转化为“绿色悖论”效应。东北地区存在双门槛效应,超过门槛值后,环境规制的“绿色悖论”效应将更加明显。

3.2 政策建议

(1) 全域把控旅游业可持续发展,实施差异化环境规制措施

政府部门应转变对旅游业为绿色产业的认知,在促进经济发展的同时,应因地制宜地构建支撑旅游业低碳发展的环境规制体系,推动旅游业从资源消耗型向以人为本、利益共生和网络化组织的可持续发展模式转变。就全国整体而言,旅游管理部门应积极落实国家“双碳”战略目标,把握旅游生态文明建设的基本要求,从多主体视角优化旅游业低碳政策体系,制定旅游绿色产品质量标准和生态保育规划,推动建立绿色、低碳、循环的旅游经济体系。东部地区作为中国社会发展的“领头雁”,应加大旅游业各部门环保技术的投入,引进先进节能减排、绿色生态型的旅游设备,逐步建立健全生态旅游管理机制和旅游环境保护的激励机制,促进和推广旅游与环境协调发展模式;东北地区运用经济手段限制对不可再生资源的使用,注重生态建设,警惕环境规制过程中“污染天堂”现象,积极促进生态旅游多业态融合,构建循环链接的旅游产业体系。中部地区应注重提高经济发展水平,同时,应采取更加积极的环境政策,加大旅游环境污染治理力度,同时,也要注意避免过度依赖环境规制迫使企业转型导致的经济波动。西部地区由于旅游资源较为分散,交通条件不发达,在旅游环境规制中应注意旅游交通工具对环境的影响,也应注重环保教育,提高当地居民的环保意识和环保参与度。

(2) 不断完善环境规制体系,实现旅游业绿色低碳发展

环境规制对全国、中部和西部地区旅游业碳排放强度的影响均存在倒逼减排效应,说明环境规制可有效促进旅游业碳排放强度下降。未来应采取多种形式的环境规制手段,激发旅游业减排潜能,在全社会营造低碳旅游氛围。第一,政府部门要通过法律、法规、政策和制度指导旅游生态环境和低碳经济发展,制定全面、合理的评估指标体系,定期开展资源环境消耗状况评估,运用经济杠杆,提高经营者环境保护意识。第二,旅游企业应采用绿色开发模式,推动企业与旅游社会生态系统的融合与协调发展。其中,旅游饭店应做到清洁化生产、绿色化发展、生态化服务和管理,如采用节能和可再生能源,提高能源效率,优先采购具有绿色标识的商品。旅游交通是旅游业碳排放的重要源头之一,各级政府要结合国家科技创新的相关要求,倡导绿色低碳的交通方式,鼓励游客多乘坐公共交通。对于旅游区内交通方式,应推动景区交通电车、液化气等低碳旅游客车。旅游景区管理部门有必要对游客行为进行规范性管理,并综合考虑景区生态容量合理确定和控制好景区的承载力,避免生态旅游区超负荷运营和旅游资源的过度消耗。最后,旅游产品方面,应设计开发资源消耗低、环境亲和、绿色低碳的旅游产品,注重环保性和可持续性。

参考文献(References):

- [1] 熊鹰,李彩玲. 张家界市旅游-经济-生态环境协调发展综合评价. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(S3): 246-250.
- [2] 陶玉国,黄震方,吴丽敏,余凤龙,王坤. 江苏省区域旅游业碳排放测度及其因素分解. 地理学报, 2014, 69(10): 1438-1448.
- [3] Huang C, Wang J W, Wang C M, Cheng J H, Dai J. Does tourism industry agglomeration reduce carbon emissions? Environmental Science and Pollution Research, 2021, 28(23): 30278-30293.
- [4] Lenzen M, Sun Y Y, Faturay F, Ting Y P, Geschke A, Malik A. The carbon footprint of global tourism. Nature Climate Change, 2018, 8(6): 522-528.
- [5] 王康,刘学荣,赵靖宇,周嘉,李志学. 环境规制对黑龙江省工业碳排放的传导机制及情景预测研究. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2017, 33(5): 100-107.
- [6] 项英辉,张豪华. 环境规制提高建筑业碳生产率了吗?——基于空间计量和门槛效应的实证分析. 生态经济, 2020, 36(1): 34-39.
- [7] 王喜平,江峰. 环境规制与电力碳强度——基于门限面板数据的实证分析. 生态经济, 2017, 33(12): 41-45, 51-51.
- [8] 齐绍洲,徐佳. 环境规制与制造业低碳国际竞争力——基于二十国集团“波特假说”的再检验. 武汉大学学报:哲学社会科学版, 2018, 71(1): 132-144.
- [9] 张华. “绿色悖论”之谜:地方政府竞争视角的解读. 财经研究, 2014, 40(12): 114-127.
- [10] Smulders S, Tsur Y, Zemel A. Announcing climate policy: can a green paradox arise without scarcity? Journal of Environmental Economics and Management, 2012, 64(3): 364-376.
- [11] Grafton R Q, Kompas T, Van Long N. Substitution between biofuels and fossil fuels: is there a Green Paradox? Journal of Environmental Economics and Management, 2012, 64(3): 328-341.
- [12] 张华,魏晓平. 绿色悖论抑或倒逼减排——环境规制对碳排放影响的双重效应. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(9): 21-29.
- [13] Auffhammer M, Sun W Z, Wu J F, Zheng S Q. The decomposition and dynamics of industrial carbon dioxide emissions for 287 Chinese cities in

- 1998-2009. *Journal of Economic Surveys*, 2016, 30(3): 460-481.
- [14] 于斌斌, 金刚, 程中华. 环境规制的经济效应: “减排”还是“增效”. *统计研究*, 2019, 36(2): 88-100.
- [15] 马继, 谢霞, 秦放鸣. 旅游经济、环境规制与入境旅游碳排放. *技术经济与管理研究*, 2021, (6): 99-103.
- [16] 杨亚萍, 王凯. 环境规制对我国旅游业碳排放的门槛效应及区域差异. *地域研究与开发*, 2021, 40(4): 118-122.
- [17] 岳立, 雷燕燕, 王杰. 中国省域旅游业碳排放效率时空特征及影响因素分析. *统计与决策*, 2020, 36(16): 69-73.
- [18] 王峥, 程锦红, 程占红. 中国旅游业碳均衡区域差异及其影响因素. *生态学报*, 2021, 41(20): 8063-8075.
- [19] Chen Q, Mao Y, Morrison A M. Impacts of environmental regulations on tourism carbon emissions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18(23): 12850.
- [20] Tong Y, Zhang R, He B. The carbon emission reduction effect of tourism economy and its formation mechanism: an empirical study of China's 92 tourism-dependent cities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(3): 1824.
- [21] 王兆峰, 汪倩. 长江经济带新型城镇化对旅游业碳排放的门槛效应研究. *长江流域资源与环境*, 2022, 31(1): 13-24.
- [22] Becken S, Shuker J. A framework to help destinations manage carbon risk from aviation emissions. *Tourism Management*, 2019, 71: 294-304.
- [23] 王凯, 李娟, 席建超. 中国旅游经济增长与碳排放的耦合关系研究. *旅游学刊*, 2014, 29(6): 24-33.
- [24] 魏艳旭, 孙根年, 马丽君, 李静. 中国旅游交通碳排放及地区差异的初步估算. *陕西师范大学学报: 自然科学版*, 2012, 40(2): 76-84.
- [25] 石培华, 吴普. 中国旅游业能源消耗与 CO₂ 排放量的初步估算. *地理学报*, 2011, 66(2): 235-243.
- [26] 王凯, 杨亚萍, 张淑文, 甘畅, 刘浩龙. 中国旅游产业集聚与碳排放空间关联性. *资源科学*, 2019, 41(2): 362-371.
- [27] Hansen B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference. *Journal of Econometrics*, 1999, 93(2): 345-368.
- [28] 王兆峰, 王梓琰. 长江中游城市群环境规制对旅游产业生态效率的影响及空间分异研究. *生态学报*, 2021, 41(10): 3917-3928.
- [29] 张倩. 环境规制对绿色技术创新影响的实证研究——基于政策差异化视角的省级面板数据分析. *工业技术经济*, 2015, 34(7): 10-18.
- [30] 任胜钢, 蒋婷婷, 李晓磊, 袁宝龙. 中国环境规制类型对区域生态效率影响的差异化机制研究. *经济管理*, 2016, 38(1): 157-165.
- [31] 邓秀月. 不同类型环境规制对中国能源效率的影响研究[D]. 昆明: 云南财经大学, 2020.
- [32] 尹礼汇, 吴传清. 环境规制与长江经济带污染密集型产业生态效率. *中国软科学*, 2021, (8): 181-192.
- [33] 王雅楠, 左艺辉, 陈伟, 王博文. 环境规制对碳排放的门槛效应及其区域差异. *环境科学研究*, 2018, 31(4): 601-608.
- [34] 王坤, 黄震方, 曹芳东. 中国旅游业碳排放效率的空间格局及其影响因素. *生态学报*, 2015, 35(21): 7150-7160.
- [35] 唐夕汐, 夏青, 陈非. 旅游发展、技术创新对经济增长的影响研究——基于省级空间面板数据分析. *华东经济管理*, 2020, 34(10): 48-55.
- [36] 程钰, 徐成龙, 任建兰. 中国环境规制效率时空演化及其影响因素分析. *华东经济管理*, 2015, 29(9): 79-84.